

## DREHZAHLABHÄNGIGE DRUCKREGELUNG VON ÖLPUMPEN

### 5    Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Regelung des Förderdruckes von Hydraulikpumpen. Sie bezieht sich insbesondere auf eine drehzahlabhängige Druckregelung von sogenannten Regelölpumpen für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren, die eine Fördermengenverstelleinrichtung sowie für deren Druckbeaufschlagung einen Regelkolben zur Erzeugung eines Regeldruckes aufweisen, der zur Variation des Förderdruckes von einer  
10    Einrichtung mit einer veränderlichen Zusatzkraft beaufschlagt werden kann.

### Hintergrund der Erfindung

Hydraulikpumpen mit einer regelbaren Fördermenge weisen gegenüber Hydraulikpumpen mit einer Bypassregelung reduzierte Ölpumpenantriebsleistungen auf und werden bereits  
15    als sogenannte Regelölpumpen mit konstant geregeltem Förderdruck für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren eingesetzt.

Aber erst durch eine drehzahlabhängige Druckregelung von Regelölpumpen, entsprechend dem auch weitgehend drehzahlabhängigen Öldruckbedarf von Verbrennungsmotoren, kann das Verbesserungspotential von Regelölpumpen nahezu vollständig genutzt werden. Infolge einer dann erheblichen Absenkung der hydraulischen Förderleistung können die resultierenden Antriebsleistungsvorteile von Regelölpumpen einen nennenswerten Beitrag zur Verbrauchsreduzierung von Verbrennungsmotoren bewirken.

25

Eine Regelölpumpe mit variabler Öldruckregelung ist aus der Patentschrift DE 10237911 B4 bekannt und auch in der WO 03/058071 beschrieben. Im ersteren Fall ist sie als Aus-senzahnradpumpe mit einer die Fördermengenverstellung ausführenden Verschiebeeinheit mit axial variabler Zahneingriffsbreite ausgebildet. Die Regelung des Betriebsöldruckes wird über die variable Fördermenge vorgenommen, wobei die axial veränderliche  
30    Positionierung der Verschiebeeinheit von einem auf sie wirkenden Regeldruck eingestellt wird, den ein Regelkolben bereitstellt. Der Regelkolben besitzt eine Regelfeder und wird ihr entgegenwirkend vom Betriebsöldruck beaufschlagt, wobei er als Öldrucksensor arbeitet und für einen entsprechenden Soll-Betriebsöldruck ausgelegt ist. Er weist mit Ölbohrungen kommunizierende Steuernuten auf, die den Regeldruck für die Beaufschlagung der Verschiebeeinheit erzeugen. Infolge einer zusätzlichen, veränderlichen Kraftbeaufschlagung des Regelkolbens durch eine Ansteuereinrichtung kann der Betriebsöldruck  
35

entweder gestuft oder stufenlos dem weitgehend drehzahlabhängigen Öldruckbedarf des zu schmierenden Verbrennungsmotors angepasst werden.

Ein Ausführungsbeispiel der DE 10237911 B4 zeigt eine zweistufige Umschaltung des Betriebsöldruckes durch ein drehzahlabhängig von einer wirkenden Fliehkraft betätigtes  
5 Schaltventil. In einem anderen Ausführungsbeispiel erfolgt eine stufenlos veränderliche Regelung des Betriebsöldruckes durch eine elektrische Stelleinrichtung des Regelkolbens, die vom Steuergerät des Verbrennungsmotors angesteuert wird. Ein weiteres Ausführungsbeispiel weist auf einer rotierenden Welle eine Spiralnute auf, in der drehzahlabhängige  
10 Ölscherkräfte einen den Regelkolben beaufschlagenden Druck zur Öldruckregelung erzeugen.

Während eine gestufte Regelung des Betriebsöldruckes das Verbesserungspotential einer Regelölpumpe nur begrenzt ausnutzt, ist eine vorteilhaft stufenlose Regelung des Betriebsöldruckes  
15 entweder mit einem erhöhten, elektrischen Regelungsaufwand verbunden oder im Falle der Spiraldruckregelung infolge der temperaturveränderlichen Ölviskosität nur in einem eingeschränkten Temperaturbereich nutzbar.

#### Kurzfassung der Erfindung

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Öldruckregelung für eine Regelölpumpe zu schaffen, die den Betriebsöldruck dem im Wesentlichen drehzahlabhängigen Öldruckbedarf eines Verbrennungsmotors stufenlos anpasst, ohne dass ein elektrischer Regelungsaufwand erforderlich ist oder temperaturbedingte Einschränkungen bestehen.

25 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß daher in einem zweiten erfindungsgemäßen Schritt in einfacher Weise dadurch gelöst, dass der Regelkolben einer Regelölpumpe sowohl mit Betriebsöldruck wie auch mit einem zusätzlichen Fliehdruck beaufschlagt wird, der fliehkraftbedingt von einer Ölsäule in einer rotierenden Radialbohrung drehzahlabhängig erzeugt wird.

30

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von in Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

35 Fig. 1: eine erfindungsgemäße Außenzahnrad-Regelölpumpe mit einem im Pumpengehäuse angeordneten Regelkolben;

Fig. 2: ein Öldruck-Diagramm mit dem Öldruckbedarf eines Verbrennungsmotors und dem Öldruckverlauf einer erfindungsgemäßen Regelölpumpe;

Fig. 3: eine Außenzahnrad-Regelölpumpe gemäß Fig. 1, bei der der Regelkolben jedoch  
5 einen entkoppelten Differenzdruckkolben aufweist;

Fig. 4: einen Ausschnitt einer Außenzahnrad-Regelölpumpe mit einer Anordnung der erfindungsgemäßen Öldruckregelung in deren Verschiebeeinheit;

10 Fig. 5: eine zu Fig. 4 alternative Anordnung eines Magnetventils zur Öldruckanhebung;

#### Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

Die Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Außenzahnrad-Regelölpumpe für einen Verbrennungsmotor, bei der die Öldruckregelung von einem Regelkolben 1 vorgenommen wird, der in einem Pumpengehäuse 2 angeordnet ist. Eine in  
15 einem Gehäusedeckel 3 gelagerte Antriebswelle 4 trägt ein erstes Förderrad 5, das mit einem zweiten Förderrad 6 in Zahneingriff steht. Das Förderrad 6 ist auf einem ruhenden Laufbolzen 7 gelagert, der rechtsseitig von Förderrad 6 einen Druckkolben 8 und linksseitig einen Federkolben 9 trägt. Der Verbund von Druckkolben 8, Laufbolzen 7 mit Förder-  
20 rad 6 und Federkolben 9 bildet die Verschiebeeinheit 10. Durch eine axiale Verschiebung der Verschiebeeinheit 10 kann die Zahneingriffsbreite der Förderräder 5 und 6 variiert werden, wodurch in bekannter Weise eine Veränderung der Fördermenge der Regelölpumpe möglich ist.

25 Die axiale Verschiebung der Verschiebeeinheit 10 erfolgt in Abhängigkeit von den außen auf sie einwirkenden Kräften. Während der Druckkolben 8 ständig mit dem in seiner Kammer 11 wirkenden Betriebsöldruck beaufschlagt ist, hier hinter einem Ölfilter 32 als Versorgungsdruck für den Verbrennungsmotor abgegriffen, wirken am Federkolben 9 die Kraft einer Rückstellfeder 12 und eine Druckkraft eines in der Federkammer 13 wirkenden Regeldruckes. Der Regeldruck wird vom Regelkolben 1 in bekannter Weise bedarfsgerecht erzeugt und über eine Steuerbohrung 14 in die Federkammer 13 eingespeist.

Der Regelkolben 1 ist an seiner stirnseitigen Wirkfläche 15 über seine Zentralbohrung ständig mit Betriebsöldruck beaufschlagt. Eine dem Betriebsöldruck entgegenwirkende  
35 Regelfeder 16 des Regelkolbens 1 ist für einen bestimmten Basis-Betriebsöldruck von beispielsweise 1,0 bar ausgelegt. Durch einen Steuerzapfen 17 des Regelkolbens 1, mit einer mit Betriebsöldruck beaufschlagten, linksseitigen Drucknut 18 und einer mit der

Umgebung verbundenen, rechtsseitigen Entlastungsnut 19, wird in bekannter Weise über die Steuerbohrung 14 ein entsprechender Regeldruck in die Federkammer 13 eingeregelt. Dieser Regeldruck stellt über die axiale Positionierung der Verschiebeeinheit 10 die für einen bestimmten Soll-Betriebsöldruck erforderliche Fördermenge ein.

5

Auf eine Öldruckabweichung vom Soll-Betriebsöldruck, beispielsweise aufgrund einer Drehzahländerung des Verbrennungsmotors und der dadurch zunächst veränderten Pumpenfördermenge, reagiert der als Öldrucksensor arbeitende Regelkolben 1 mit einer entsprechenden Axialverschiebung, so dass der in der Federkammer 13 herrschende Regeldruck entweder erhöht oder abgesenkt wird und eine Fördermengenanpassung zwecks Öldruckkorrektur auf den Soll-Betriebsöldruck erfolgt.

10

Für eine Veränderung des Soll-Betriebsöldruckes zur Anpassung an den drehzahlabhängig veränderlichen Öldruckbedarf des Verbrennungsmotors wird der Regelkolben 1 mit einer Zusatzkraft beaufschlagt. Er weist hierfür erfindungsgemäß einen Differenzdruckkolben 20 auf. Während eine Referenzdruckfläche 21 des Differenzdruckkolbens 20 über eine Druckverbindung 22 ständig mit dem in einer Druckkammer 23 von Pumpengehäuse 2 herrschenden Förderdruck beaufschlagt ist, steht eine der Referenzdruckfläche 21 gegenüberliegende Fliehdruckfläche 24 hydraulisch über eine Druckverbindung 25 mit dem inneren Ende einer Radialbohrung 26 des rotierenden Förderrades 5 in Druckverbindung. Die in einem Zahnkopf des rotierenden Förderrades 5 radial außen endende Radialbohrung 26 ist in der gezeigten Drehwinkelposition von Förderrad 5 mit dem Förderdruck der Druckkammer 23 beaufschlagt.

15

20

Die Fliehkraftwirkung des Öls in der Radialbohrung 26 erzeugt einen radial nach außen gerichteten, drehzahlabhängigen Fliehdruck, so dass der von der Druckkammer 23 auf die Radialbohrung 26 einwirkende Förderdruck an ihrem radial inneren Ende um den Fliehdruck reduziert ist. Der am Differenzdruckkolben 20 effektiv nur wirksame Fliehdruck, denn der beidseitig auf ihn auch einwirkende Förderdruck hebt sich auf, übt auf den Regelkolben 1 eine die Regelfeder 16 unterstützende, drehzahlabhängige Zusatzkraft aus, die auch von der Größe des Differenzdruckkolbens 20 abhängt. Diese Zusatzkraft ermöglicht erst bei entsprechend erhöhtem, an der Wirkfläche 15 anliegendem Betriebsöldruck eine Regelfunktion des Regelkolbens 1 für den in der Federkammer 13 wirkenden Regeldruck.

25

30

35

Da die im rotierenden Förderrad 5 angeordnete Radialbohrung 26 drehwinkelabhängig auch mit vom Förderdruck nicht beaufschlagten Bereichen des Pumpengehäuses 2 in

Kontakt kommt, beispielsweise mit in der Darstellung nicht sichtbaren Anschlussquerschnitten einer Saugkammer 27, ist die Druckverbindung von der Radialbohrung 26 zur Fliehdruckfläche 24 nur über eine zur Druckkammer 23 ausgerichtete Querverbindung 28 eines ruhenden Laufbolzens 29 möglich.

5

Durch eine höhere Anzahl von Radialbohrungen in Förderrad 5, beispielsweise pro Förderzahn je eine Radialbohrung 26, kann eine effektivere und bei andauernder Überdeckung mit der Querverbindung 28 sogar eine maximale Fliehdruckwirkung am Differenzdruckkolben 20 erzielt werden.

10

Die beiden Druckverbindungen 22 und 25 des Differenzdruckkolbens 20 oder auch der Laufbolzen 29 können zur Vermeidung von verschmutzungsbedingten Funktionsstörungen Filter enthalten, beispielsweise die Filter 30 und Filter 31.

15

Die Fig. 2 zeigt für einen Verbrennungsmotor mit einer Ölversorgung durch die in Fig. 1 dargestellte Regelölpumpe ein Öldruck-Diagramm. Der drehzahlabhängige Öldruckbedarf  $p_b$  des Verbrennungsmotors beträgt beispielsweise minimal 1,0 bar bis zu einer Motordrehzahl  $n = 2000/\text{min}$  und steigt danach mit zunehmender Drehzahl parabelförmig bis auf 3,7 bar bei 6000/min an.

20

Die Regelfeder 16 des Regelkolbens 1 (Fig. 1) ist für einen bestimmten Basis-Betriebsöldruck  $p_0$  ausgelegt, der bei niedrigen Drehzahlen ohne effektive Fliehdruckwirkung am Differenzdruckkolben 20 beispielsweise  $p_0 = 1,0$  bar als minimal zulässigen Betriebsöldruck für den Verbrennungsmotor beträgt.

25

Der in der Radialbohrung 26 entstehende Fliehdruck  $p_F$  steigt parabelförmig mit der Motordrehzahl an, wobei er aufgrund der relativ kompakten Abmessungen des Förderrades 5 jedoch bei einer maximalen Motordrehzahl von  $n = 6000/\text{min}$  gemäß Fig. 2 nur etwa 0,5 bar erreicht. Durch die für den Fliehdruck  $p_F$  relativ große Wirkfläche des Differenzdruckkolben 20 wird jedoch ein entsprechender Verstärkungsfaktor von  $V = 6,3$  erzielt, so dass der in der Radialbohrung 26 erzeugte, nur kleine Fliehdruck  $p_F$  eine ausreichend hohe Zusatzkraft auf den Regelkolben 1 ausübt. Diese die Kraft der Regelfeder 16 unterstützende Zusatzkraft des Differenzdruckkolbens 20 stellt schließlich den in Fig. 2 gezeigten, von der Regelölpumpe erfindungsgemäß drehzahlabhängig geregelten Betriebsöldruck  $p_R$  des Verbrennungsmotors ein, der sich aus der Formel

35

$$p_R = p_0 + p_F \times V$$

berechnet. Der Betriebsöldruck  $p_R$  muss immer größer sein als der Öldruckbedarf  $p_B$  des Verbrennungsmotors

Ein weiteres, in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Regelölpumpe zeigt gegenüber der Ausführung in Fig. 1 einen geänderten Regelkolben 41. Er weist einen auf ihm nun axial verschieblich geführten Differenzdruckkolben 42 auf, der seine aus dem Fliehdruck der Radialbohrung 26 von Förderrad 5 resultierende Zusatzkraft über eine Feder 43 und eine Federanlage 44 auf den Regelkolben 41 überträgt.

Durch die über die Feder 43 nun weiche Ankoppelung des Differenzdruckkolbens 42 an den Regelkolben 41 wird eine nur noch sehr geringe Dämpfungswirkung des relativ großflächigen Differenzdruckkolbens 42 erreicht, so dass der Regelkolben 41 nun schneller, im Gegensatz zum fest an den Regelkolben 1 angekoppelten Differenzdruckkolben 20 in Fig. 1, auf etwaige Abweichungen vom Soll-Betriebsöldruck reagieren kann.

Bei niedrigen Drehzahlen ohne effektiven Fliehdruck liegt die Feder 43 nahezu kraftlos entspannt am Differenzdruckkolben 42 an. Bei mit steigender Drehzahl sich erhöhendem Fliehdruck verschiebt sich der Differenzdruckkolben 42 unter zunehmender Vorspannung der Feder 43 nach rechts, wobei eine entsprechende Zusatzkraft auf den Regelkolben 41 übertragen wird. Als gewünschte Folge findet nun die Regelung des an der Wirkfläche 45 anliegenden Betriebsöldruckes erst bei entsprechend erhöhtem Druckniveau in erwähnter Weise statt.

Ein für den Differenzdruckkolben 42 wirksamer Anschlag 46 begrenzt über eine maximale Vorspannung der Feder 43 die auf den Regelkolben 41 übertragbare Zusatzkraft, so dass der maximale Betriebsöldruck dann beispielsweise auf 5 bar beschränkt ist.

Durch die drehzahlabhängige Fliehdruckregelung der Regelölpumpe kann der Betriebsöldruck weitgehend dem Öldruckbedarf eines zu versorgenden Verbrennungsmotors angepasst werden, so dass aus der Öldruckminimierung entsprechende Antriebsleistungsvorteile resultieren. Bei in Sonderfällen erhöhtem Öldruckbedarf des Verbrennungsmotors, beispielsweise für eine schnelle Betätigung eines hydraulischen Nockenwellenverstellers, kann durch ein von einem Motorsteuergerät angesteuertes Magnetventil 47 eine Druckentlastung an der normalerweise vom Fliehdruck beaufschlagten Fliehdruckfläche 48 des Differenzdruckkolbens 42 erreicht werden. Der an der Referenzdruckfläche 49 des Differenzdruckkolbens 42 immer wirkende Förderdruck schiebt dann den Differenzdruckkolben 42 gegen seinen Anschlag 46, so dass die Feder 43 maximal vorgespannt ist und

sich dann drehzahlunabhängig ein erhöhter Betriebsöldruck von beispielsweise 5 bar einregelt. Eine in der Druckverbindung 25 befindliche Drossel 50 bewirkt bei angesteuertem Magnetventil 47 eine effektivere Druckabsenkung an der Fliehdruckfläche 48 des Differenzdruckkolbens 42.

5

Alternativ zu der Anordnung des erfindungsgemäßen Regelkolbens im Pumpengehäuse entsprechend den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 und 3 ist bei einer Außenzahnrad-Regelölpumpe auch eine Anordnung des Regelkolbens innerhalb der die Fördermengenverstellung vornehmenden Verschiebeeinheit möglich. Hierdurch ist eine sehr kompakt ausgebildete Regelölpumpe mit einem einfachen Pumpengehäuse ausführbar. Hierzu zeigt die Fig. 4 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Verschiebeeinheit 60 in einem vergrößerten Ausschnitt einer Außenzahnrad-Regelölpumpe.

10

Die Verschiebeeinheit 60 weist ein Förderrad 61 mit einer den Fliehdruck erzeugenden, schräg zur Fliehkraftichtung angeordneten Radialbohrung 62 auf. Das Förderrad 61 ist auf einem hohlen Laufbolzen 63 drehgelagert, der einteilig mit einem Federkolben 64 ausgebildet ist. Dem Federkolben 64 gegenüberliegend komplettiert ein auf dem Laufbolzen 63 fixierter Druckkolben 65 die Verschiebeeinheit 60. Die axiale Position der Verschiebeeinheit 60 und damit die jeweilige Fördermenge der Außenzahnrad-Regelölpumpe ist einerseits von dem auf den Druckkolben 65 in seiner Kammer 66 wirkenden Betriebsöldruck und andererseits von entgegenwirkenden Kräften am Federkolben 64 abhängig, die zum einen von einer Rückstellfeder 67 und zum anderen von dem in ihrer Federkammer 68 wirkenden Regeldruck erzeugt werden.

15

20

Der Regeldruck wird in diesem Ausführungsbeispiel von einem im Laufbolzen 63 angeordneten ringförmigen Regelkolben 69 erzeugt. Er ist einerseits mit dem in der Kammer 66 wirkenden Betriebsöldruck beaufschlagt und stützt sich andererseits über eine Regelfeder 70 ab. Sie ruht an einem Bund 71 eines Druckrohres 72, das über seine Zentralbohrung 74 den vom Regelkolben 69 erzeugten Regeldruck in die Federkammer 68 einspeist. Der Bund 71 am Druckrohr 72 stützt sich an einem im Federkolben 64 fixierten Deckel 73 ab. Das Druckrohr 72 durchdringt den Regelkolben 69 dichtend mit einem Schiebesitz. Seine Zentralbohrung 74, die an seinem der Kammer 66 zugewandten Ende geschlossen ist, steht ständig mit einer Nut 75 des Regelkolbens 69 in Druckverbindung, beispielsweise über entsprechende Querbohrungen im Druckrohr 72 und im Regelkolben 69.

30

35

- Die Nut 75 des Regelkolbens 69 steht in der gezeigten, mittleren Regelposition gleichzeitig mit einer mit Betriebsöldruck aus der Kammer 66 gespeisten Druckbohrung 76 wie auch mit einer Entlastungsbohrung 78, die mit einer Saugkammer 77 verbunden ist, geringfügig in Überdeckung. Abweichungen vom Soll-Betriebsöldruck, der von der Kammer 66 auf die Stirnfläche des Regelkolbens 69 einwirkt, werden automatisch durch axiale Regelbewegungen des Regelkolbens 69 in schon erwähnter Weise über den in der Federkammer 68 wirkenden Regeldruck durch eine axiale Verschiebung der die Fördermenge steuernden Verschiebeeinheit 60 korrigiert.
- Im Federkolben 64 ist ein Differenzdruckkolben 79 angeordnet, der über eine Führungshülse 80 im Deckel 73 und im Laufbolzen 63 axial beweglich gelagert ist und erfindungsgemäß über eine Feder 81 elastisch eine Zusatzkraft auf den Regelkolben 69 übertragen kann. Der in einer Drucktasche 82 des Federkolbens 64 ständig wirkende Förderdruck der Regelölpumpe liegt zum einen über eine Verbindung 83 des Federkolbens 64 und zum anderen über die schräge Radialbohrung 62 von Förderrad 61, eine gerichtete Querboreung 84 im Laufbolzen 63 sowie örtliches Radialspiel zwischen der Führungshülse 80 und dem Laufbolzen 63 prinzipiell beidseitig am Differenzdruckkolben 79 an. Dieser Förderdruck wird jedoch in der Radialbohrung 62 um den in ihr drehzahlabhängig wirkenden Fliehdruck gemindert, so dass effektiv nur der Fliehdruck eine Zusatzkraft am Differenzdruckkolben 79 erzeugt.
- Diese vom Differenzdruckkolben 79 erzeugte Zusatzkraft wird bei seiner Anlage an einem Anschlag 85 durch eine dann maximale Vorspannung der Feder 81 begrenzt, so dass der eingeregelter, höchste Betriebsöldruck der Regelölpumpe dann beispielsweise auf 5 bar beschränkt ist.
- Um eine einwandfreie Funktion der Regelung zu erreichen, müssen die Hohlräume im Laufbolzen 63 druckfrei sein. Hierfür weist der Druckkolben 65 eine mit der Saugkammer 77 in Verbindung stehende Saugtasche 86 auf, die über eine Entlastungsbohrung 87 des Laufbolzens 63 die Druckentlastung dieser Hohlräume bewirkt.
- Eine zeitweise Anhebung des Betriebsöldruckes bei erhöhtem Öldruckbedarf des Verbrennungsmotors ist auch bei einer Anordnung des Regelkolbens 69 in der Verschiebeeinheit 60 möglich. Hierzu weist eine unter Betriebsöldruck stehende Leitung 88 ein Magnetventil 89 auf, das bei elektrischer Ansteuerung vom Motorsteuergerät über eine Drosselbohrung 90 eine den Regeldruck der Federkammer 68 überlagernde Druckerhöhung vornimmt. Hierdurch wird die Verschiebeeinheit 60 von der Rückstellfeder 67 nach rechts



in eine Position erhöhter Ölfördermenge mit resultierender Anhebung des Betriebsöldruckes geschoben. Ein Überdruckventil 91 begrenzt den Druck in der Federkammer 68 jedoch auf einen bestimmten Wert, so dass der in der Kammer 66 wirkende Betriebsöldruck nur auf einen entsprechenden Maximalwert ansteigen kann. Bei diesem dann drehzahlunabhängigen, maximalen Betriebsöldruck arbeitet die Regelölpumpe weiterhin bei aktiver Fördermengenregelung, wobei der Regelkolben 69 dann ohne Funktion ist.

Die Fig. 5 zeigt alternativ zu Fig. 4 eine weitere Ausführungsmöglichkeit einer Außenzahnrad-Regelölpumpe mit einer in der Verschiebeeinheit 60 integrierten Fliehdruckregelung. In einer den Betriebsöldruck in die Kammer 66 einspeisenden Zuleitung 92 ist ein Magnetventil 93 angeordnet, das bei einer vom Motorsteuergerät vorgegebenen Anhebung des Betriebsöldruckes geschlossen wird und gleichzeitig über einen Stutzen 94 die Kammer 66 druckentlastet. Die Rückstellfeder 67 bewegt dann die Verschiebeeinheit 60 in die Position maximaler Fördermenge mit resultierender Erhöhung des Betriebsöldruckes. Wegen der dann inaktiven Fördermengenregelung ist für die Begrenzung des maximalen Betriebsöldruckes auf beispielsweise 6 bar nun jedoch unbedingt eine herkömmlicher Bypassregelung mit einem Überdruckventil 95 vorzusehen.

In Fig. 5 stützt sich der von der Kammer 66 mit Betriebsöldruck beaufschlagte Regelkolben 69 im Gegensatz zu Fig. 4 nur noch über eine vorgespannte Regelfeder 97 am Differenzdruckkolben 79 ab.

Diese vereinfachte Ausführung hat gegenüber der Ausführung in Fig. 4 jedoch eine etwas andere Regelcharakteristik zur Folge, da die am Differenzdruckkolben 79 durch Fliehdruck erzeugte Zusatzkraft erst ab einer bestimmten Betriebsdrehzahl bei Überwindung der Vorspannkraft der Regelfeder 96 die Druckregelung beeinflussen kann.

Eine zwischen dem Deckel 73 der Führungshülse 80 des Differenzdruckkolbens 79 und dem Bund 71 des Druckrohres 72 gebildete, ölfüllte Drosselkammer 97 kann bei entsprechender Wahl des Spiels zwischen der Führungshülse 80 und dem Bund 71 die Bewegung des Differenzdruckkolbens 79 bedämpfen. Hierdurch wird insbesondere eine Übertragung der schnellen Regelbewegungen des Regelkolbens 69 über seine elastische Ankoppelung auf den Differenzdruckkolben 79 vermieden, so dass er bei entsprechender Dämpfung nahezu in unveränderter Position bleibt und damit eine stabile Regelfunktion ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung nutzt den in ölgefüllten Radialbohrungen von rotierenden Bauteilen fliehkraftbedingt entstehenden Fliehdruck zur drehzahlabhängigen Öldruckregelung von Regelölpumpen. Hierdurch wird in einfacher Weise bei allen Betriebstemperaturen eine verbrauchsverteilhafte Reduzierung der Ölpumpenantriebsleistung für Verbrennungsmotoren erreicht.

5

### Patentansprüche

- 5 1. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen, insbesondere für Regelöl-  
pumpen mit einer Fördermengenverstelleinrichtung für die Schmierölversorgung von  
Verbrennungsmotoren, mit einem Regelkolben (1, 41, 69) und einer Regelfeder (16,  
70, 96) zur Erzeugung eines Regeldruckes für eine Druckbeaufschlagung der För-  
dermengenverstelleinrichtung (10, 60) sowie mit einer Einrichtung zur Erzeugung ei-  
10 ner auf den Regelkolben (1, 41, 69) wirkenden Zusatzkraft, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatzkraft von einem Differenzdruckkolben (20, 42, 79) aufgebracht  
wird, der von einem in zumindest einer ölgefüllten Radialbohrung (26, 62) eines rotie-  
renden Bauteils (5, 61) drehzahlabhängig wirkenden Fliehdruck beaufschlagt ist.
- 15 2. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Radialbohrung (26, 62) wenigstens eines der folgenden  
Merkmale aufweist:
- (a) sie ist in einem Förderrad (5, 61) der Regelölpumpe in Fliehkrafttrichtung oder  
schräg dazu angeordnet;
- 20 (b) sie ist an ihrem äußeren Ende in bestimmten Drehwinkelpositionen des Förder-  
rades (5, 61) mit Förderdruck aus einer Druckkammer (23) oder einer Druckta-  
sche (82) beaufschlagt.
3. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorherge-  
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Differenzdruckkolben (20, 42,  
25 79) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- (a) er ist einerseits über mindestens eine Druckverbindung (22, 83) mit Förderdruck  
und gegenüberliegend andererseits mit einem um den Fliehdruck geminderten  
Förderdruck beaufschlagt;
- 30 (b) er ist einteilig mit dem Regelkolben (1) ausgebildet und überträgt die Zusatzkraft  
direkt auf den Regelkolben (1);
- (c) er ist axial beweglich zum Regelkolben (1) ausgebildet und überträgt die Zusatz-  
kraft über eine Regelfeder (43, 81, 97) auf den Regelkolben (41, 69);
- (d) er weist eine Drosselkammer (97) auf.

4. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelkolben (1, 42, 69) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- (a) er weist eine Regelfeder (16, 72) und eine in gleicher Richtung wirkende Feder (43, 81) für den Differenzdruckkolben (42, 79) auf, wobei die Feder (43, 81) ohne Druckkraft des Differenzdruckkolben (42, 79) vorzugsweise kraftlos entspannt und bei maximaler Druckkraft des Differenzdruckkolbens (42, 79) durch dessen Anschlag (46, 85) kraftbegrenzt ist;
  - (b) er weist eine Steuernut (75) auf, die in Regelstellung in geringer Überdeckung einerseits mit einer Druckbohrung (76) und andererseits mit einer Entlastungsbohrung (78) steht;
  - (c) er stützt sich über eine Regelfeder (96) ausschließlich am Differenzdruckkolben (79) ab;
  - (d) er ist einteilig mit dem Differenzdruckkolben (20) ausgebildet.
5. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckverbindung zum Differenzdruckkolben wenigstens eines der folgenden Merkmale erfüllt:
- (a) die Druckverbindung von der Radialbohrung (26, 62) zum Differenzdruckkolben (20, 42, 79) erfolgt über eine zur Druckkammer (23) oder zur Drucktasche (82) ausgerichtete Querverbindung (28, 84) eines ruhenden Laufbolzens (29, 63) des Förderrades (5, 61);
  - (b) die Druckverbindung (22, 25) zum Differenzdruckkolben (42) weist ein Filter (30, 31) auf;
  - (c) die Druckverbindung (22, 25) zum Differenzdruckkolben (20, 42) weist eine Drossel (50) auf.
6. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Außenzahnrad-Regelölpumpe der Regelkolben (69, 96) wie auch der Differenzdruckkolben (79) innerhalb einer als Verschiebeeinheit (60) mit einer Rückstellfeder (67) in einer Federkammer (68) ausgebildeten Fördermengenverstelleinrichtung angeordnet sind.
7. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Verschiebeeinheit (60) angeordnete Regelkolben (69) in Druckverbindung mit der Federkammer (68) steht, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) die Druckverbindung verläuft über einen Deckel (73) der Verschiebeeinheit (60) durchdringendes Druckrohr (72);
- b) die Federkammer (68) ist über eine Drosselbohrung (90) von einem Magnetventil (89) mit Öldruck beaufschlagbar;
- 5 c) die Federkammer (68) ist durch ein Überdruckventil (91) druckbegrenzt.
8. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Kammer (66) auf die Verschiebeeinheit (60) wirkende Druck, vorzugsweise durch ein Magnetventil (93),
- 10 abschaltbar ist.
9. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fliehdruckfläche (48) des Differenzdruckkolbens (42) durch ein Magnetventil (47) druckentlastbar ist.
- 15

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 11 March 2005 (11.03.05) ; eingegangen: ursprüngliche Ansprüche 2-9 durch geänderte Ansprüche 2-10 ersetzt]

**Neue PATENTANSPRÜCHE 2-10**

- 5 2. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialbohrung (26, 62) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- (a) sie ist in einem Förderrad (5, 61) der Regelölpumpe in Fliehkraftrichtung oder schräg dazu angeordnet;
- 10 (b) sie ist an ihrem äußeren Ende in bestimmten Drehwinkelpositionen des Förderrades (5, 61) mit Förderdruck beaufschlagt.
3. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Differenzdruckkolben (20, 42, 15 79) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- (a) er ist einerseits über mindestens eine Druckverbindung (22, 83) mit Förderdruck und gegenüberliegend andererseits mit einem um den Fliehdruck geminderten Förderdruck beaufschlagt;
- (b) er ist axial beweglich zum Regelkolben (1) ausgebildet und überträgt die Zusatz- 20 kraft über eine Feder (43, 81) auf den Regelkolben (41, 69).
4. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Differenzdruckkolben (20, 42, 79) eine Drosselkammer (97) aufweist.
- 25 5. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelkolben (1, 42, 69) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- (a) er weist eine Regelfeder (16, 72) und eine in gleicher Richtung wirkende Feder (43, 81) für den Differenzdruckkolben (42, 79) auf, wobei die Feder (43, 81) ohne 30 Druckkraft des Differenzdruckkolben (42, 79) vorzugsweise kraftlos entspannt und bei maximaler Druckkraft des Differenzdruckkolbens (42, 79) durch dessen Anschlag (46, 85) kraftbegrenzt ist;
- (b) er weist eine Steuernut (75) auf, die in Regelstellung in geringer Überdeckung ei- 35 nerseits mit einer Druckbohrung (76) und andererseits mit einer Entlastungsbohrung (78) steht.

6. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckverbindung zum Differenzdruckkolben wenigstens eines der folgenden Merkmale erfüllt:
- (a) die Druckverbindung von der Radialbohrung (26, 62) zum Differenzdruckkolben (20, 42, 79) erfolgt über eine Querverbindung (28, 84) eines nicht rotierenden Laufbolzens (29, 63) nur in bestimmten Drehwinkelpositionen des Förderrades (5, 61);
  - (b) die Druckverbindung (22, 25) zum Differenzdruckkolben (42) weist ein Filter (30, 31) auf;
  - (c) die Druckverbindung (22, 25) zum Differenzdruckkolben (20, 42) weist eine Drossel (50) auf.
7. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Außenzahnrad-Regelölpumpe der Regelkolben (69, 96) wie auch der Differenzdruckkolben (79) innerhalb einer als Verschiebeeinheit (60) mit einer Rückstellfeder (67) in einer Federkammer (68) ausgebildeten Fördermengenverstelleinrichtung angeordnet sind.
8. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Verschiebeeinheit (60) angeordnete Regelkolben (69) in Druckverbindung mit der Federkammer (68) steht, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:
- a) die Druckverbindung verläuft über einen Deckel (73) der Verschiebeeinheit (60) durchdringendes Druckrohr (72);
  - b) die Federkammer (68) ist über eine Drosselbohrung (90) von einem Magnetventil (89) mit Öldruck beaufschlagbar;
  - c) die Federkammer (68) ist durch ein Überdruckventil (91) druckbegrenzt.
9. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in der Kammer (66) auf die Verschiebeeinheit (60) wirkende Druck, vorzugsweise durch ein Magnetventil (93), abschaltbar ist.
10. Drehzahlabhängige Druckregelung für Hydraulikpumpen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fliehdruckfläche (48) des Differenzdruckkolbens (42) durch ein Magnetventil (47) druckentlastbar ist.

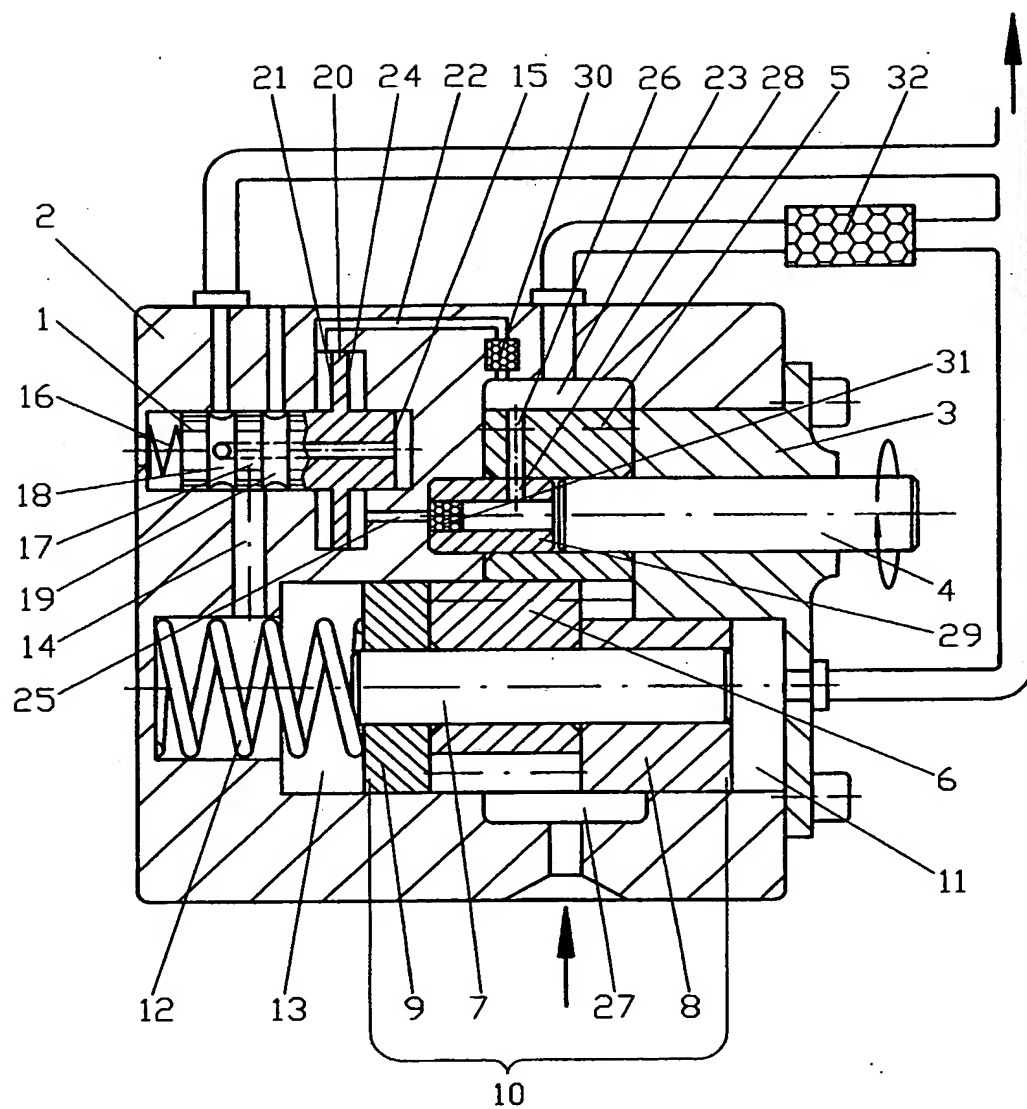


Fig. 1



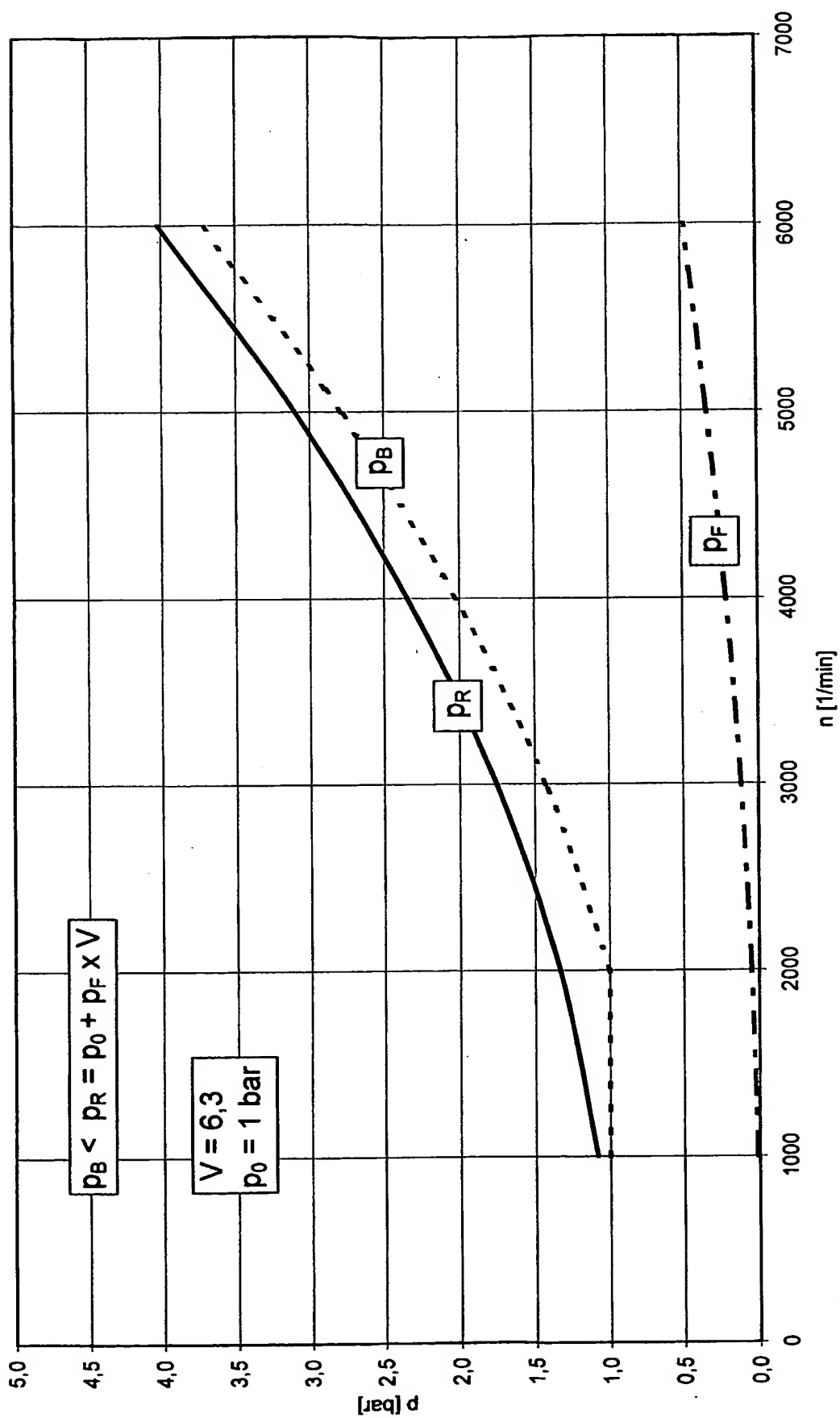


Fig. 2

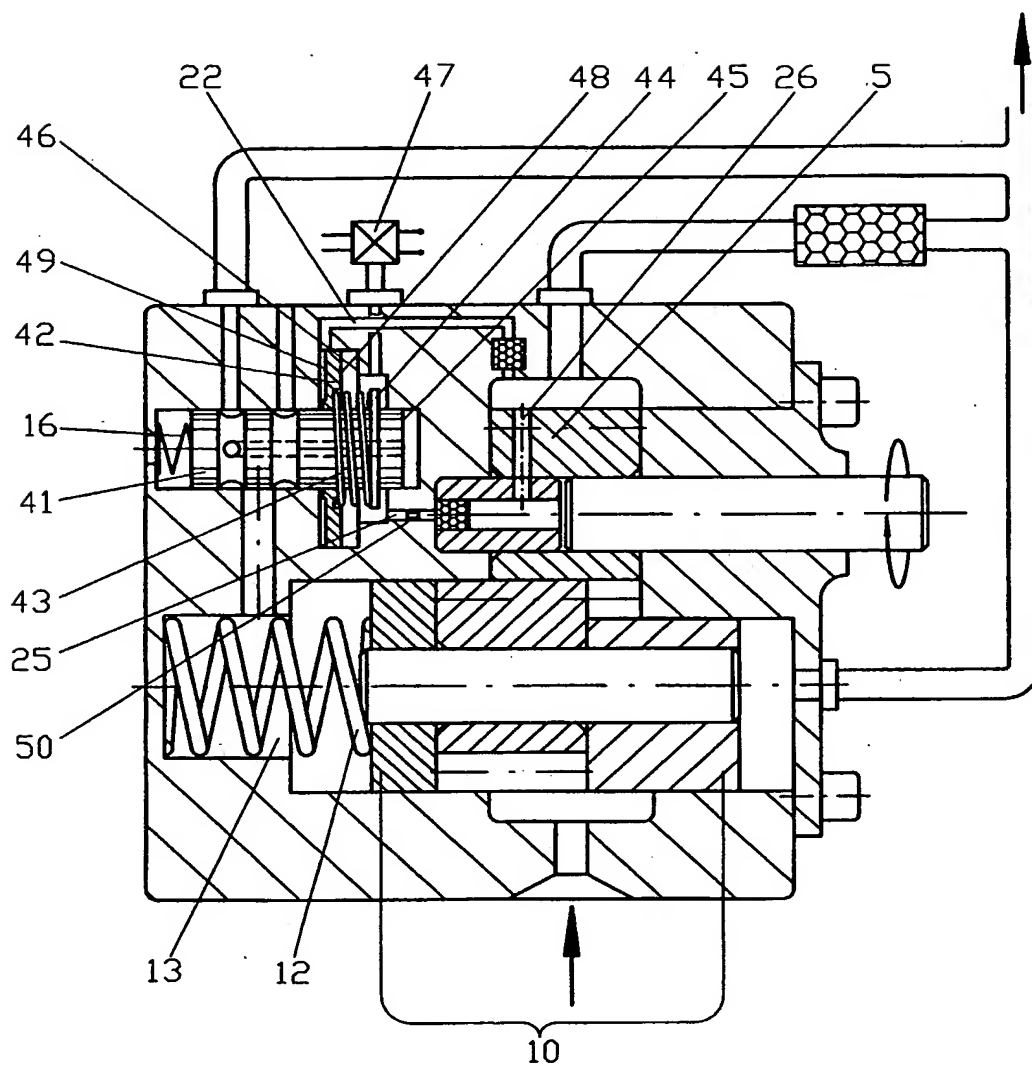


Fig. 3

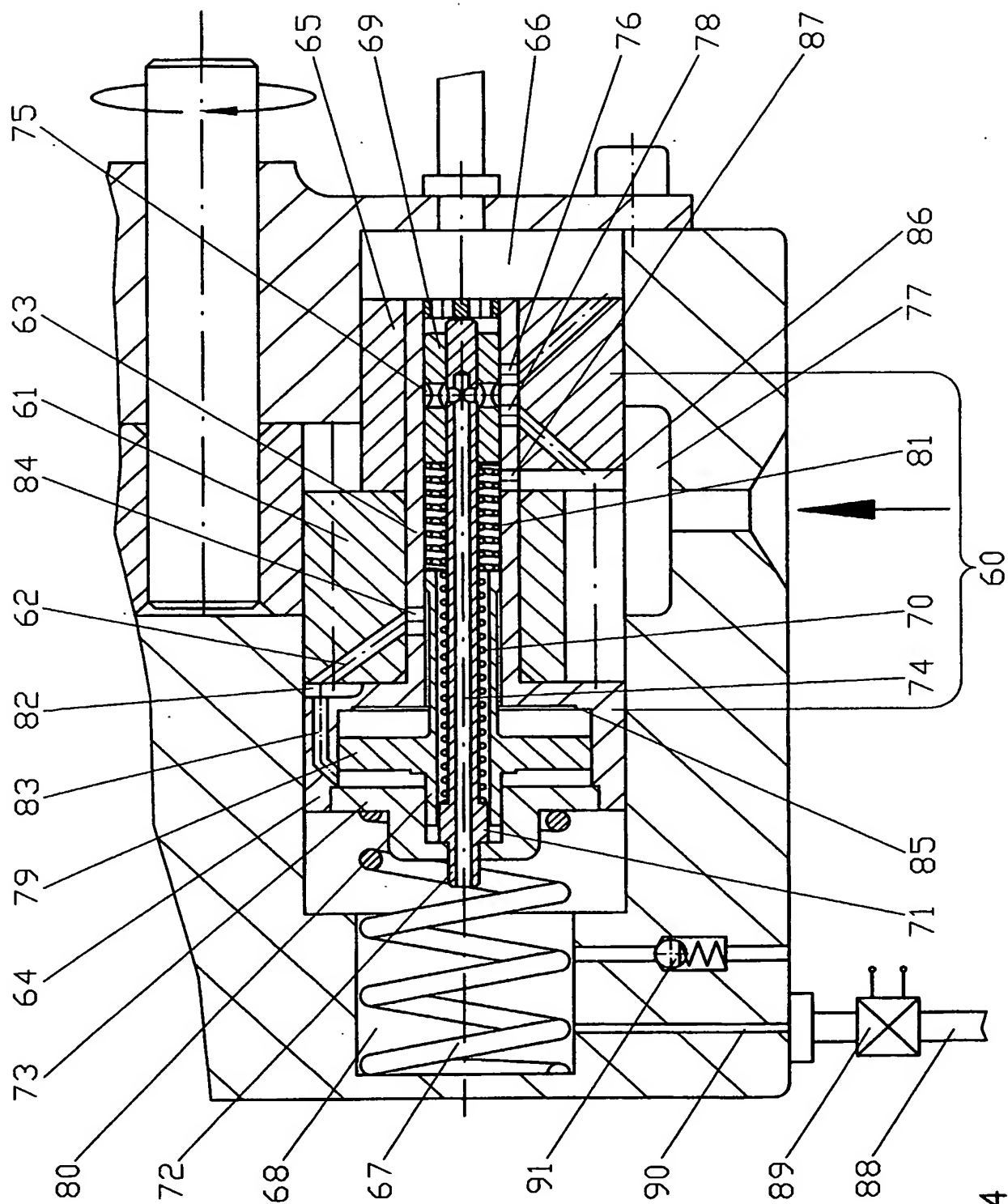


Fig. 4

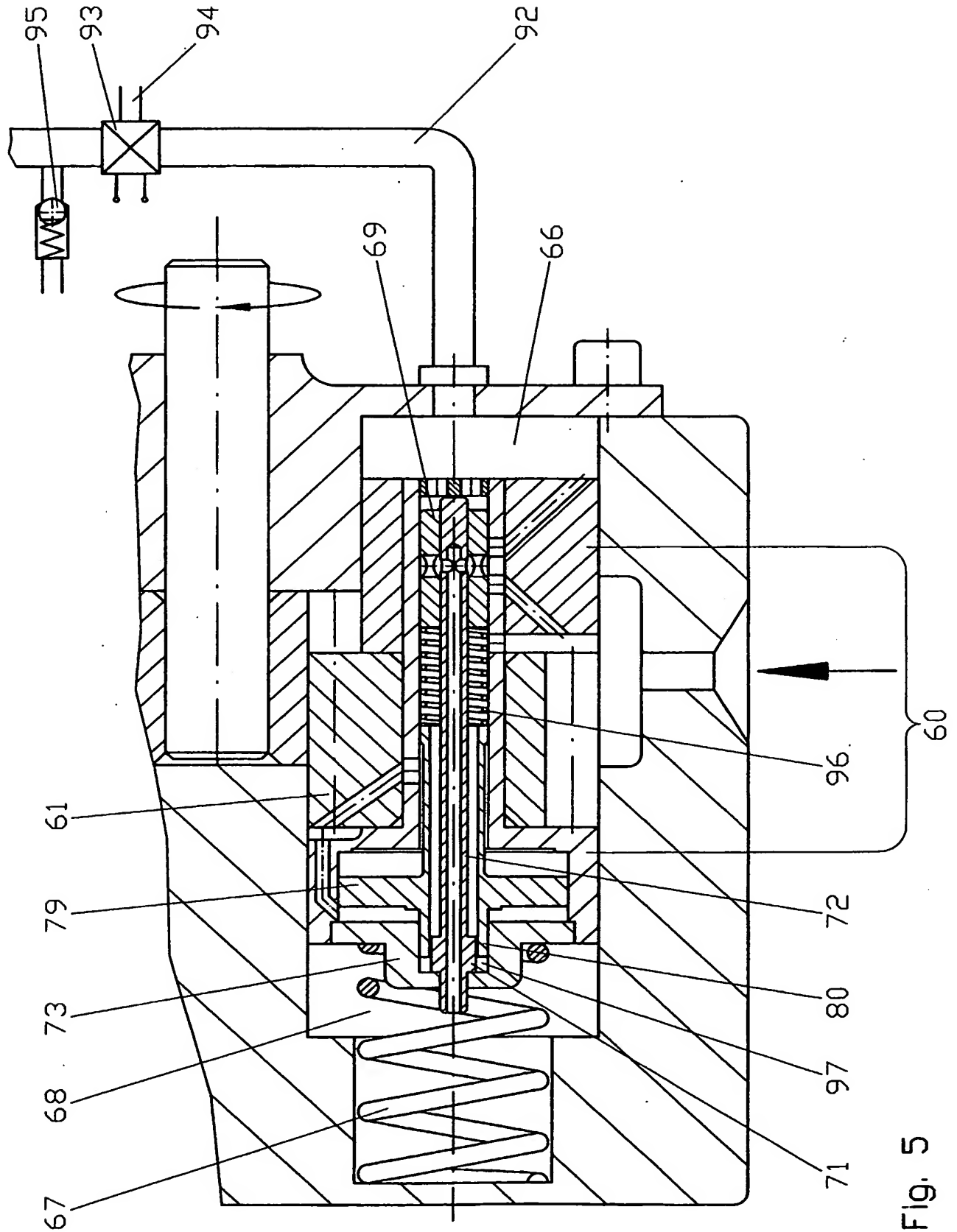


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/IB2004/003910

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F04C15/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/058071 A (VOIGT, DIETER) 17 July 2003 (2003-07-17) cited in the application page 5, line 24 - page 6, line 32; figures 3,4	1,2
A	----- GB 1 435 451 A (TOMPKINS L L) 12 May 1976 (1976-05-12) page 2, line 124 - page 3, line 86; figures 3-6	1
A	----- US 3 427 980 A (ALBERT JUBB ET AL) 18 February 1969 (1969-02-18) column 1, line 12 - line 60 column 2, line 11 - column 3, line 32; figures	1
	-----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 March 2005

Date of mailing of the international search report

08/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kapoulas, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/IB2004/003910

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 03058071	A	17-07-2003	DE	10237801 A1	31-07-2003
			AU	2002367332 A1	24-07-2003
			EP	1463888 A1	06-10-2004
			WO	03058071 A1	17-07-2003
-----					
GB 1435451	A	12-05-1976	NONE		
-----					
US 3427980	A	18-02-1969	NONE		
-----					

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/IB2004/003910

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F04C15/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F04C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/058071 A (VOIGT, DIETER) 17. Juli 2003 (2003-07-17) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 24 - Seite 6, Zeile 32; Abbildungen 3,4	1,2
A	GB 1 435 451 A (TOMPKINS L L) 12. Mai 1976 (1976-05-12) Seite 2, Zeile 124 - Seite 3, Zeile 86; Abbildungen 3-6	1
A	US 3 427 980 A (ALBERT JUBB ET AL) 18. Februar 1969 (1969-02-18) Spalte 1, Zeile 12 - Zeile 60 Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 32; Abbildungen	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kapoulas, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/IB2004/003910

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 03058071	A	17-07-2003	DE	10237801 A1	31-07-2003
			AU	2002367332 A1	24-07-2003
			EP	1463888 A1	06-10-2004
			WO	03058071 A1	17-07-2003
<hr/>					
GB 1435451	A	12-05-1976	KEINE		
<hr/>					
US 3427980	A	18-02-1969	KEINE		
<hr/>					